

Analisi degli infortuni lavoro correlati a fini di prevenzione: un approccio evoluto di indagine sulla catena degli eventi

Original

Analisi degli infortuni lavoro correlati a fini di prevenzione: un approccio evoluto di indagine sulla catena degli eventi / Patrucco, M.; Pentimalli, S.; Cigna, C.; Tisi, M.. - 6:(2019), pp. 21-33. [10.13135/2532-392X/2079]

Availability:

This version is available at: 11583/2776252 since: 2019-12-23T16:29:28Z

Publisher:

Corso di Laurea in Tecniche della Prevenzione nell'Ambiente e nei Luoghi di Lavoro

Published

DOI:10.13135/2532-392X/2079

Terms of use:

openAccess

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)



Prevenzione in Corso

Giornale di metodi e pratiche per le tecniche della prevenzione



N°6 - 2019

Editoriale

Il ruolo sociale della Sanità Pubblica

M. Grio, S. Massola, L. Mina, P. Giambarresi (ASL TO3) e la Redazione PinC

ARTICOLI

Salute e sicurezza dei lavoratori della logistica: un approfondimento nell'area torinese

G. Galasso, O. Pasqualini, M. Marino, G. Costa

Street Food: Analisi del livello di formazione degli OSA nell'ottica della sicurezza del consumatore e del rispetto della normativa

F. Federico Bisogno, M. A. Grassi, D. Granatiero

Analisi degli infortuni lavoro correlati a fini di prevenzione: un approccio evoluto di indagine sulla catena degli eventi

M. Patrucco, S. Pentimalli, C. Cigna, M. Tisi

Valutazione dell'empowerment dei lavoratori all'interno di un progetto di promozione della salute effettuato sul territorio novarese

M. Doro

PRATICHE

Valutazione ergonomica degli arti superiori negli addetti al carico e scarico bagagli di un aeroporto

M. Sartorello

Studio sperimentale in condizioni controllate sull'aumento di sostanze a rischio per la salute nell'acqua calda sanitaria all'interno degli accumulatori dotati di anodo sacrificale al magnesio

M. Sghedoni

RUBRICHE

Norme e giurisprudenza - M. Montrano

Utilità per la professione - B. Terraneo



Corso di Laurea in
Tecniche della Prevenzione
nell'Ambiente e nei Luoghi
di Lavoro



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TORINO



Centro di documentazione
per la Prevenzione e
Promozione della Salute,
Regione Piemonte

COMITATO DI DIREZIONE	Direttore responsabile: Maria Luisa Clementi Direttore editoriale: Massimiliano Tisi
RESPONSABILI EDITORIALI	Santoro Silvano Alessandro Santin
COMITATO DI REDAZIONE	Gabriella Bosco Lidia Fubini Michele Montrano
COMITATO SCIENTIFICO	Enrico Bergamaschi Giuseppe Costa Maria Ausilia Grassi Mario Patrucco Caterina Cigna Enrico Pira Bruno Troia
EDITORE	Corso di Laurea in Tecniche della Prevenzione nell'Ambiente e nei Luoghi di Lavoro
PROGETTO GRAFICO	Amedeo Giulio Troia
CONTATTI	sito web http://ojs.unito.it/index.php/PINC/ e-mail: pinc.TdP@unito.it

La rivista ha una cadenza semestrale e viene pubblicata unicamente on-line.

Gli articoli pubblicati nella sezione Articoli e Formazione sono sottoposti al processo di peer review, monitorato grazie alla piattaforma elettronica dell'Università di Torino. Le sezioni Pratiche e Rubriche sono curate da esperti di prevenzione per i diversi ambiti di competenza.

PINC è aperta a contributi esterni che possono essere sottomessi direttamente dagli autori.

UN RINGRAZIAMENTO A TUTTI I REVISORI DI PINC

Bartolomeo Avataneo
Marino Balma
Paolo Finardi
Michele Montresor
Gabriele Mottura
Osvaldo Pasqualini
Paolo Smania

SOMMARIO n. 6 (2019)

Editoriale

Il ruolo sociale della Sanità Pubblica

Michele Grio, Sabrina Massola, Lorenzo Mina, Pieluigi Giambarresi (ASL TO3)
e la Redazione PinC

ARTICOLI

Salute e sicurezza dei lavoratori della logistica: un approfondimento nell'area torinese Pag. 1

Giorgia Galasso, Osvaldo Pasqualini, Maurizio Marino, Giuseppe Costa

Street Food: Analisi del livello di formazione degli OSA nell'ottica della sicurezza del consumatore e del rispetto della normativa Pag. 14

Francesco Federico Bisogno, Maria Ausilia Grassi, Daniela Granatiero

Analisi degli infortuni lavoro correlati a fini di prevenzione: un approccio evoluto di indagine sulla catena degli eventi Pag. 21

Mario Patrucco, Salvatore Pentimalli, Caterina Cigna, Massimiliano Tisi,

Valutazione dell'empowerment dei lavoratori all'interno di un progetto di promozione della salute effettuato sul territorio novarese Pag. 34

Martina Doro

PRATICHE

Valutazione ergonomica degli arti superiori negli addetti al carico e scarico bagagli di un aeroporto Pag. 41

Marco Sartorello

Studio sperimentale in condizioni controllate sull'aumento di sostanze a rischio per la salute nell'acqua calda sanitaria all'interno degli accumulatori dotati di anodo sacrificale al magnesio Pag. 49

Mario Sghedoni

RUBRICHE

Norme e giurisprudenza - Michele Montrano Pag. 54

Utilità per la professione - Beatrice Terraneo Pag. 58

L'importanza di modulare il ruolo professionale per mobilitare la responsabilità sociale delle imprese nei processi di prevenzione nell'ambiente e nei luoghi di lavoro

Analisi degli infortuni lavoro correlati a fini di prevenzione: un approccio evoluto di indagine sulla catena degli eventi

Mario Patrucco¹, Salvatore Pentimalli², Caterina Cigna³, Massimiliano Tisi⁴

¹ Docente di Valutazione dei rischi industriali e nella cantieristica, Tpal, Università degli Studi di Torino

² Tecnico della Prevenzione nell'Ambiente e nei Luoghi di Lavoro

³ Docente di "Rischio da presenza di inquinanti", Tpal, Università degli Studi di Torino

⁴ Coordinatore Tpal, Università degli Studi di Torino

mail: mario.patrucco@unito.it

RIASSUNTO

La definizione delle cause degli infortuni lavoro correlati costituisce notoriamente strumento prezioso a fini di prevenzione. Tuttavia, non sempre tale indagine si presenta agevole, specie nei complessi scenari operativi moderni, nei quali una puntuale disamina delle caratteristiche e deviazioni di sistema risulta imprescindibile per pervenire ad una corretta comprensione delle cause iniziali degli eventi incidentali.

La nota tratta degli aspetti salienti e dei risultati ottenibili mediante l'impiego di una procedura computer assistita - Computer aided Cause Consequence analysis for Prevention - CCCP - messa a punto sulla base di un criterio di investigazione rigoroso, pienamente coerente con lo spirito della Direttiva Sociale europea 89/391/CEE e con i dettami delle vigenti normative nazionali da essa derivate.

Pur lasciando all'analista piena facoltà di valutazione, CCCP fornisce una guida esaustiva nella analisi della catena di eventi, favorendo la completezza della analisi stessa, e richiama la sua attenzione su eventuali non volute arbitrarietà di giudizio, talora determinate anche dalla sussistenza a tutt'oggi di criteri e convinzioni quanto meno datati, da cui possono derivare approcci di prevenzione non adeguati.

L'approccio diviene particolarmente prezioso nelle situazioni in cui la messe di dati sugli infortuni occorsi reperibile nei Data Bases nazionali ed internazionali è fortemente limitata, e quindi in particolare per lo studio della sicurezza in operazioni speciali caratterizzate da un numero limitato di addetti, in quanto può essere efficacemente utilizzata anche per la analisi dei Near Misses.

TAKE HOME MESSAGE

- *La tecnica computer assistita costituisce un valido aiuto per l'analista, in quanto riduce la possibilità di errori dovuti a giudizi soggettivi o valutazioni affrettate;*
- *L'approccio proposto può costituire un utile riferimento per i tecnici ispettori e più in generale per gli analisti per accertamenti approfonditi sulle cause e dinamiche di infortunio;*
- *CCCP infine risulta particolarmente prezioso nelle situazioni in cui la massa reperibile di dati sugli infortuni occorsi nei database nazionali ed internazionali è limitata.*

ABSTRACT

The definition of the causes of work-related accidents is notoriously a valuable tool for prevention purposes. However, this investigation is not always easy, especially in the complex modern operational scenarios, in which a punctual examination of the characteristics and system deviations is essential to arrive at a correct understanding of the initial causes of incidental events.

The note deals with the salient aspects and the results obtainable through the use of a computer assisted procedure - Computer aided Cause Consequence analysis for Prevention - CCCP - set up on the basis of a rigorous investigation criterion, fully consistent with the spirit of the Social Directive European Union 89/391 / EEC and with the dictates of the national regulations in force derived from it.

While leaving the analyst with the full faculty of evaluation, CCCP provides an exhaustive guide in the analysis of the chain of events, favoring the completeness of the analysis itself, and draws its attention to any unwanted arbitrary judgments, sometimes determined also by the existence of still today with criteria and beliefs that are at least dated, from

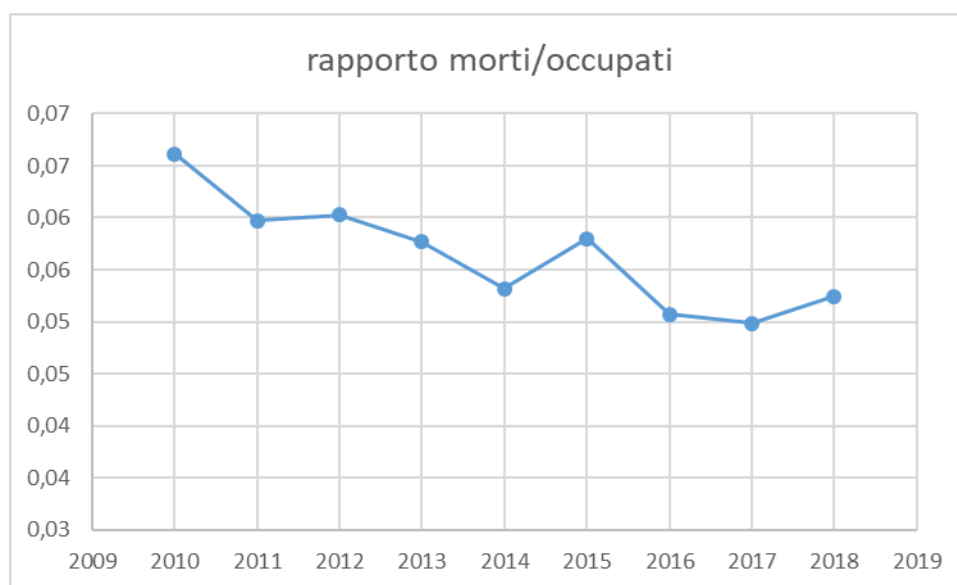
which inappropriate prevention approaches can be derived.

The approach becomes particularly valuable in situations where the amount of data on accidents occurring found in national and international Data Bases is strongly limited, and therefore in particular for the study of security in special operations characterized by a limited number of employees, in how much can be effectively used also for the analysis of "Near Misses" Cases.

INTRODUZIONE

In Italia, nonostante la crescente attenzione in materia di Salute e Sicurezza Occupazionale - OS&H, l'applicazione delle direttive Europee, dei regolamenti e degli standard tecnici, ed il progresso delle tecniche e tecnologie, si registrano ancora in media 3 decessi giornalieri legati al lavoro, principalmente in attività industriali a rischio non rilevante e nella cantieristica. La media di questi eventi infortunistici lavoro-correlati si mantiene, purtroppo, costante nel passare degli anni e con tipologia sovente ricorrente, anche se non mancano fenomeni di mascheramento, che portano a pensare diversamente (vedi Figura 1).

Fig. 1: andamento degli infortuni mortali denunciati (dati INAIL) con riferimento al numero di occupati (dati ISTAT)



Più di 40 anni di studio sulla salute e sicurezza del lavoro confermano come causa primaria dell'insuccesso l'incapacità diffusa di adattarsi allo spirito di un approccio approfondito in materia di sicurezza. Troppo spesso accade di dover accettare a posteriori le

conseguenze di approcci improvvisati alla prevenzione, dovuti a una insufficiente disseminazione di Cultura della Sicurezza, e del permanere di criteri e convinzioni dell'inizio del secolo scorso, tanto ampiamente quanto inutilmente confutati.

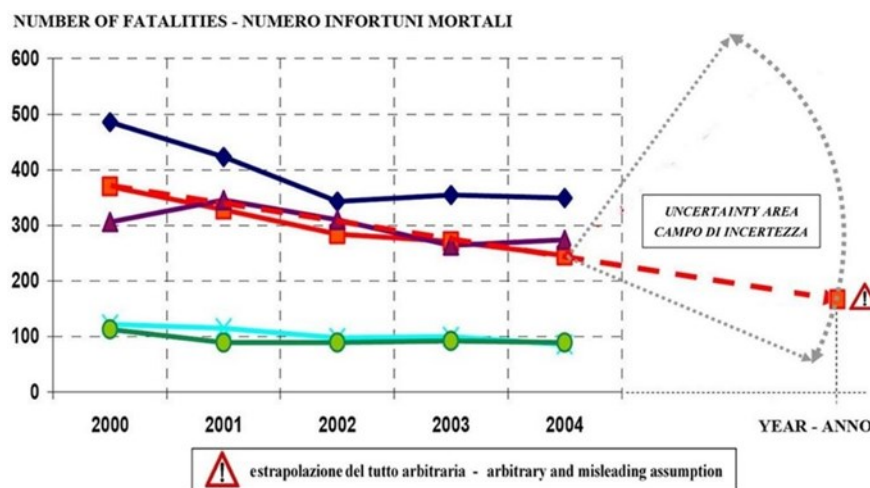
Uno degli strumenti utilizzabili per prevenzione è

senza dubbio lo studio approfondito degli eventi infortunistici, finalizzato a comprendere a fondo le cause scatenanti sulle quali intervenire, e –a fini di Giustizia- per identificare le responsabilità dei soggetti coinvolti. Assume quindi grande importanza la metodica di indagine, che deve essere sufficientemente approfondita ed esente da errori sistematici, obiettivi peraltro tutt'altro che semplici da conseguire, sia per la oggettiva difficoltà di reperire dati di ingresso esauritivi¹, sia per le possibili cause di deviazione nella conduzione delle analisi.

IL PROBLEMA

Nessun database degli incidenti consente di soddisfare da solo l'impegnativo compito di Valutazione e Gestione di Sicurezza e Salute del lavoro – OS&H, poiché nelle situazioni di lavoro reali la catena degli eventi è spesso così complessa che le criticità più gravi potrebbero essere celate a prima vista (l'analogia dell'iceberg è comunemente usata per chiarire questo concetto). L'abuso dei dati statistici potrebbe così portare a previsioni non corrette dei tassi di incidenti prevedibili e conseguentemente

Fig. 2: esempio di tipico uso distorto dei dati statistici, potenzialmente penalizzate l'azione di prevenzione (da [3])



produrre importanti distorsioni riguardo alle azioni di prevenzione da intraprendere (vedi Figura 2). Questa situazione è dovuta principalmente ad una o più delle seguenti cause:

- Basi statistiche ridotte (su scala regionale, od addirittura più limitata, senza considerare le situazioni industriali locali);
- Analisi non esaustiva dei dati al contorno (es. situazione socio-economica, occupazionale, nazionalità degli occupati, ...);
- Range temporale non corretto per l'aggregazione dei dati relativi agli incidenti, con conseguente sovrastima di eventi catastrofici eccezionali.

Occorre quindi una tecnica che non sia influenzata da problemi di disponibilità dei dati, anche se, in ogni

caso, i dati statistici nazionali ed internazionali, purché opportunamente analizzati ed interpretati, costituiscono certamente un riferimento prezioso.

OBIETTIVO DELLO STUDIO

Obiettivo dell'approccio di analisi di infortuni lavoro correlati è effettuare una disamina di sistema, agendo in modo bidirezionale, ovvero:

- ricercando le Root Causes (cause "radice") dell'evento iniziatore e studiando la catena causale degli eventi intermedi concatenati,
- individuando le misure di prevenzione per verificarne l'efficacia prevedibile, in modo tale da disporre per il futuro di soluzioni atte a interrompere la catena causale, scongiurando il ripetersi dell'evento incidentale.

¹ La incompletezza dei dati può in qualche misura essere superata applicando tecniche di indagine su campioni sufficientemente vasti, con i risultati a fine di prevenzione di carattere generale o specifico di comparto (v. e.g. [1]), od anche solo per ricavare dalle informazioni

MATERIALI E METODI

DISAMINA DEGLI APPROCCI ALLA QUESTIONE

L'uso dei dati statistici sugli incidenti occorsi è stato introdotto in modo sistematico sulla base dello studio condotto da Heinrich (1931), che ha suggerito che la prevenzione può essere attuata facendo riferimento ad informazioni sulla frequenza delle deviazioni da una corretta situazione lavorativa [4]. Questo approccio ha portato all'introduzione di database molto vasti di infortuni e decessi sul lavoro in molti paesi industrializzati; va tuttavia sottolineato che

Heinrich considera come deviazione principale la cattiva condotta delle vittime degli infortuni o di loro colleghi, nonostante l'ovvia considerazione che, assumendo come causa dell'infortunio una deviazione di energia, le vittime sono palesemente le sole in contatto diretto con il fattore di pericolo.

Questo modo di porsi rientra ovviamente in ciò che J. Reason [5] classifica come Person Approach (approccio sul soggetto) all'analisi degli incidenti, generalmente poco utile per futuri miglioramenti della sicurezza (v. Tabella 1, ripresa da J. Reason).

Tabella 1: differenti conseguenze derivanti dall'adozione di approcci personale e di sistema, secondo J. Reason.

approcci adottabili con riferimento agli eventi indesiderati secondo J. Reason.		
approccio	consistente in	conseguenza
sulla persona	Considerare l'accadimento degli eventi indesiderati esclusiva responsabilità di singoli individui, e conseguenza dei loro errori (o del loro mancato rispetto di procedure di cui non si rimette in discussione la qualità) è certamente facile, semplice e conveniente;	Concentrarsi sugli errori dei singoli (magari anche vittime della deviazione, in quanto con Fattore di Contatto funzionalmente non nullo con l'energia indesiderata) impedisce (autorizza ad evitare) l'osservazione del contesto in cui gli errori si sono verificati;
sul sistema	Gli errori dei singoli individui sono considerati conseguenza e non causa di deviazione, derivando questa, e sovente gli errori stessi dei singoli, da difetti a monte: in caso di deviazione occorre ricercare cosa non ha funzionato in sistema e organizzazione, e non chi ha sbagliato.	Possono essere adottate contromisure volte ad evitare le cause o mitigare le conseguenze degli errori dei singoli individui, strutturando opportunamente sistemi ed organizzazione. Corrette azioni di informazione, formazione, addestramento sono basilari (cfr. [6]).

Pertanto, come discusso da Fred A. Manuele [7], l'approccio proposto da Heinrich è considerato obsoleto dalla moderna scienza della sicurezza e salute del lavoro.

Secondo Manuele i due miti su cui si basava Heinrich, che ancora oggi condizionano la pratica della sicurezza, sono:

1. i comportamenti non sicuri dei lavoratori sono le principali cause di infortuni sul lavoro;
2. ridurre la frequenza di incidenti ridurrà in modo equivalente le lesioni gravi.

Questi miti sono stati per anni profondamente radicati e standardizzati nella specialità professionale della sicurezza, ma le prove analitiche indicano che queste premesse non sono solide, sostenibili o valide, e pertanto i professionisti della sicurezza dovrebbero agire per rimuoverle.

Con l'evoluzione delle conoscenze su come si verificano gli incidenti e sui loro fattori causali, l'enfasi andrebbe oggi certamente posta sul miglioramento del sistema²

L'APPROCCIO ADOTTATO

Il criterio

La tecnica originale Computer aided Cause Consequence analysis for Prevention - CCCP nasce da una evoluzione dedicata dell'approccio Cause Consequence Analysis - CCA³, che, grazie alle potenzialità intrinseche di impostazione, può racchiudere formalmente le strutture Event Tree Analysis - ETA e Fault Tree Analysis - FTA, in modo da garantire obiettività e completezza nell'analisi degli eventi infortunistici e nella definizione delle misure correttive (vedi Figura 4).

² Con ciò nulla si vuol togliere alla fondamentale importanza degli studi sugli aspetti di BBS, senza peraltro mai trascurare l'ordine logico di intervento (chiaramente ribadito anche nella Direttiva Sociale Europea 89/391 EEC) che prevede anzitutto misure tecniche di prevenzione e corretta impostazione degli aspetti organizzativi di sistema, nonché soluzioni generali di protezione, introducendo le misure procedurali solo in seconda battuta.

³ Per questa ed altre tecniche di Hazard Identification v. ad es. [8]

The diagram illustrates a fault tree for a nuclear reactor system, showing the progression from basic events to a top event.

Top Event (FTA): LOSS OF COOLING TO OXIDATION REACTOR

Basic Events (ETA):

- NO WATER AVAILABLE TO FEED COOLING SYSTEM
- COOLING WATER FLOW PATH TO REACTOR BLOCKED
- HIGH COOLING WATER SYSTEM TEMPERATURE

Intermediate Events:

- LOSS OF COOLING WATER SUPPLY
- WATER COOLING SYSTEM FAILS OFF
- OPERATOR FAILS TO MANUALLY OPEN SECONDARY WATER SUPPLY VALVE
- PRIMARY COOLING WATER SUPPLY VALVE FAILS CLOSED
- OXIDATION REACTOR HIGH TEMPERATURE ALARM ALARMS OPERATOR AT TEMPERATURE
- AUTOMATIC SHUTDOWN SYSTEM STOPS REACTION AT TEMPERATURE T2
- OPERATOR RE-ESTABLISHES COOLING WATER FLOW TO OXIDATION REACTOR

Logic Gates:

- AND Gate: Connects the three main branches to the top event.
- OR Gate: Connects the two inputs to the 'COOLING WATER FLOW PATH TO REACTOR BLOCKED' event.
- NOT Gate: Connects the 'NO' output of the 'AUTOMATIC SHUTDOWN SYSTEM STOPS REACTION AT TEMPERATURE T2' event to the 'OXIDATION REACTOR HIGH TEMPERATURE ALARM ALARMS OPERATOR AT TEMPERATURE' event.

Initial Conditions:

- UNSAFE CONDITION, RUNAWAY REACTION, OPERATOR UNAWARE OF PROBLEM
- SAFE CONDITION, AUTOMATIC SHUTDOWN
- UNSAFE CONDITION, RUNAWAY REACTION, OPERATOR AWARE OF PROBLEM
- SAFE CONDITION, AUTOMATIC SHUTDOWN
- SAFE CONDITION, RETURN TO NORMAL OPERATION

Va sottolineato che un approccio corretto di valutazione del rischio deve essere basato sulla prova del raggiungimento del minor rischio possibile in relazione alla evoluzione delle tecniche e delle conoscenze. Tuttavia le cose vanno spesso diversamente. Ciò è in parte dovuto ad un malinteso sul concetto di “semplificazione”, che dovrebbe essere raccomandata nella burocrazia della sicurezza e salute del lavoro, ma che spesso causa gravi conseguenze quali:

- **Incompletezza:** liste di controllo per scopi generali su un numero limitato di tipici fattori di rischio, che portano a trascurare le disposizioni relative agli obiettivi e le definizioni della Direttiva 89/391/CEE, o modelli informatici che portano a sottovalutazioni inaccettabili dei problemi di sicurezza.

Prevenzione in Corso n.6 (2019) pag. 25

Tabella 1: Linee Guida per analisi e gestione dei rischi approvate dalla commissione CE SCHMOEI (1996), testate ampiamente e con successo in una serie di attività di diversi settori ATECO.

<p>A—dalla definizione originale: <i>RISCHIO = danno prevedibile dovuto all'evento M x frequenza attesa di accadimento P</i></p> <p>Le attività industriali non sono coperte dalla Direttiva EC 1212/18/UE, come nel nostro caso, quindi possiamo scrivere: $M = PD \times FC$ Dove: PD = entità possibile del danno (morte, lesioni e invalidità, ecc..) FC = fattore di contatto, che è in funzione della % del tempo di esposizione ad un'operazione potenzialmente pericolosa o a situazioni relative al ciclo di lavoro Dunque: $RISCHIO = PD \times FC \times P$ (ovviamente per ciascun soggetto esposto)</p>	
<p>B – una valutazione numerica del rischio esente da stima soggettiva può quindi essere raggiunta, dove:</p> <ul style="list-style-type: none"> □ PD è espresso e.g. in termini di giorni persi in base allo standard italiano UNI 7249/2007 (statistiche degli infortuni sul lavoro/indici di frequenza/indici di gravità) e il DM 12/7/2000 (tabella delle menomazioni, indennizzo danno biologico e coefficienti); □ FC può essere stimato in termini di % del turno di lavoro che comporta esposizione al fattore di pericolo; □ P es. la possibilità di deviazione dalla corretta elaborazione dell'organizzazione del lavoro, che può essere stimata numericamente in maniera semplificata (secondo l'approccio UE suggerito vedi Doc. 5196/94/PA – Official Journal European Communities – 05/07/94); <ul style="list-style-type: none"> ▪ La minima probabilità di accadimento dell'evento dannoso ovviamente in accordo con una situazione coerente con il progresso degli standard tecnici di sicurezza; un approccio semplificato ed efficace per la valutazione di P può essere basato sull'utilizzo del livello di frequenza attesa di accadimento, scritto in questo modo: <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div> $PR = \frac{\text{frequenza attesa di accadimento dell'evento (situazione in esame)}}{\text{minima frequenza attesa di accadimento in conformità agli standard tecnici aggiornati}}$ </div> <div> ≤ 1 situazione corretta > 1 situazione inaccettabile </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> ▪ L'approccio fornisce una adeguata valutazione della possibile gravità delle conseguenze dell'evento, dal momento che si è in una situazione che soddisfa i requisiti normativi non subirà alcun peggioramento in conseguenza di altri difetti (per esempio in termini di comunicazione, organizzazione del primo soccorso, etc..) 	
<p>C – per identificare i fattori di pericolo (che potenzialmente comportano pericolo per la salute e sicurezza sul lavoro) il seguente approccio è raccomandato:</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analisi preliminare dei rischi generali e verifica delle caratteristiche del sito in termini di destinazione d'uso, arredi, servizi generali di appoggio (gestione incidenti e antincendio, organizzazione emergenze, ...) e.g. tramite analisi preliminare dei pericoli; ▪ Identificazione e gestione delle interferenze (e.g. PERT e analisi volumi funzionali); 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analisi di sicurezza e verifica di ogni attività lavorativa (per es. attraverso l'uso della Job Safety Analysis); ▪ Analisi delle deviazioni e verifica per mezzo di tecniche di valutazione dei pericoli (e.g. HazOp, FMEA per una deviazione, o FTA ed ETA per deviazioni multiple (v. [8])).

L'intero approccio è schematizzato in Tabella 1.

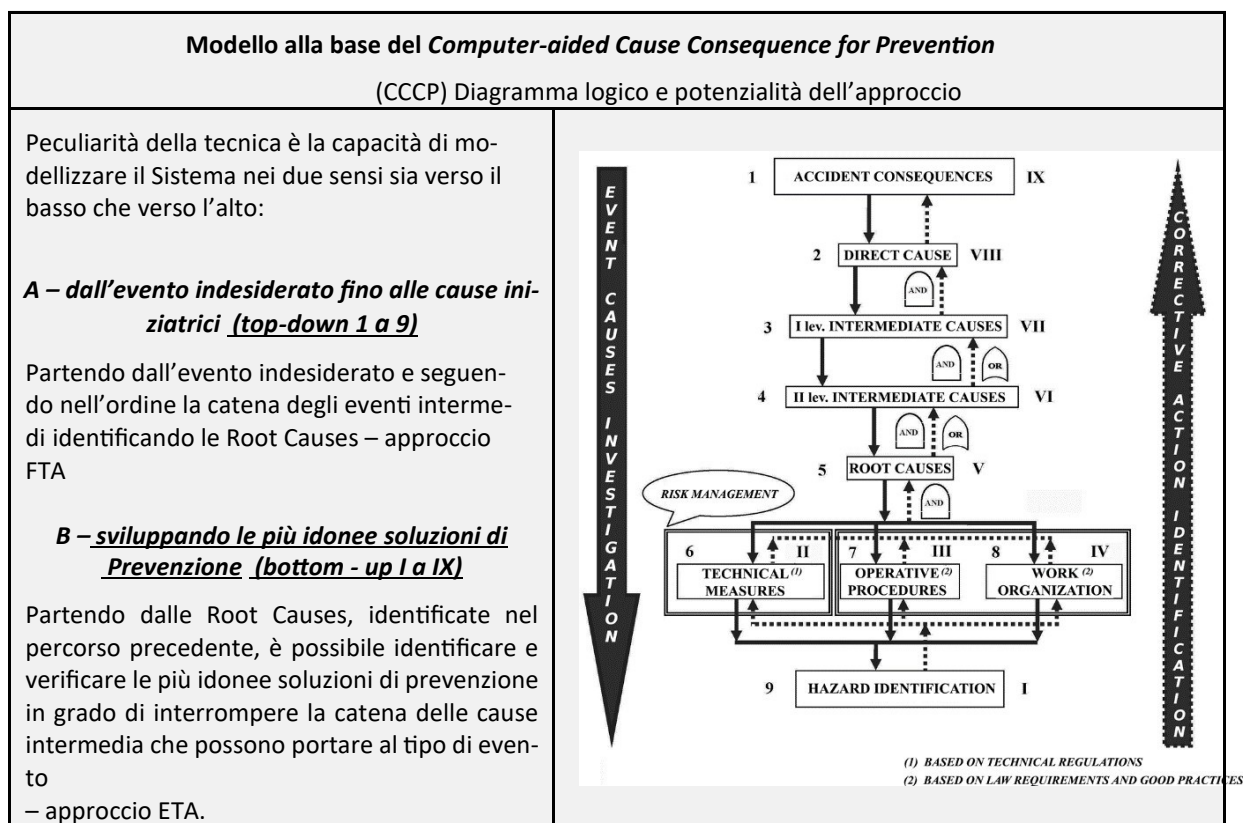
Tale approccio presenta tuttavia alcuni limiti:

- occorre una fede apodittica nelle norme tecniche di sicurezza aggiornate, nei Valori Tecnici di Riferimento, i principi generali, ecc. : di nessun aiuto tecnico;
- le condizioni non coperte da norme tecniche dettagliate non possono essere trattate direttamente: di questo si tiene conto nelle suddette Linee Guida, e si suggeriscono alcune tecniche di analisi, ad esempio in termini di tecniche dei volumi professionali per gestire le interferenze;
- la gestione dei rischi residui richiede ulteriori analisi specifiche che riguardano i nuovi materiali e sostanze, il progresso tecnico e organizza-

tivo, ecc.

La peculiarità dell'approccio, da tempo messo a punto e validato presso il Politecnico di Torino, originariamente a supporto di collaborazioni a fini di Giustizia (v. [12], è la capacità di modellizzare il sistema nei due sensi: in primo luogo partendo dall'analisi dell'evento occorso e determinando le Root Causes, attraverso la ricostruzione della catena degli eventi intermedi (in approccio FTA); in secondo luogo partendo dalle Root Causes, identificate nel percorso precedente, si ha la possibilità di individuare le idonee misure di prevenzione ai fini di interrompere la catena delle cause che possono portare ad un evento similare (in approccio ETA) (vedi Figura 5).

Fig. 5: schema di funzionamento dell'approccio CCCP.



LA TECNICA COMPUTER ASSISTITA

Il modello teorico dell'approccio è tradotto nel software integrato "Infortuni sul Lavoro" & "Root Causes", rispettivamente dedicati alla acquisizione dei dati di ingresso ed alla analisi della catena di eventi: "Infortuni sul Lavoro" è strutturato in 12 sezioni che sintetizzano un gran numero dei diversi aspetti del contesto preso in considerazione ognuna di queste schede prevede la compilazione di campi obbligatori, per quanto possibile sotto forma di menu a tendina per garantire univocità di interpretazione, e campi liberi. L'ordine di inserimento dati si presenta dinamico e c'è sempre la possibilità di aggiungere o connettere le informazioni pervenute.

Nella parte relativa al calcolo del rischio il software avverte l'analista, con un messaggio di warning, nel caso in cui i dati di input inseriti (e.g. sulla metodologia di quantificazione dell'entità delle conseguenze di deviazioni o di probabilità che le deviazioni stesse si verifichino) porteranno a risultati soggettivi (v. ad es. Fig.6); analogo messaggio viene visualizzato come avviso nel caso in cui non vengano selezionati interventi di tipo tecnico, nella schermata relativa alle soluzioni di prevenzione.

"Root Causes" invece presenta dei campi di inseri-

mento dati più rigidi e l'ordine delle sezioni da compilare è predefinito. Inoltre, la scelta è consentita solo tra le opzioni controllate.

Queste restrizioni assicurano la totale assenza di soggettività ed aiutano l'analista ad approfondire l'analisi, ponendo un gran numero di domande e sottolineando i collegamenti tra i diversi eventi.

La codifica delle opzioni rispetta i protocolli ESAW per le categorie di cause dirette, mentre le cause indirette di I e II livello derivano da una elaborazione originale. Le macro categorie di Root Causes sono ricavate direttamente dai principi di gestione dei rischi lavoro correlati. Root Causes è strutturato in modo da proporre soluzioni - modificabili a piacere. ma soggette a verifica automatica - compatibili tanto per la interpretazione della catena degli eventi intermedi di I e II livello, quanto per la definizione delle soluzioni atte ad interromperla (soluzioni di prevenzione) (v.ad es. Figg.7 ed 8).

Fig.6: messaggio di avviso in caso di metodica di valutazione del rischio basata su scelte non dimostrabili

Infortunati sul Lavoro (File: REPORT OSHA 316003078)

Dati Identificativi Evento	Dati Parte Offesa	Azienda P.O.	Analisi di Rischio Aziendale	Ditta Ospitante	Conseguenze Infortunio
Dati al Contorno	Informazioni Infortunio	Analisi Cause e Prevenzione	Soluzioni	Suggerimenti Prevenzione	Dati finali
Analisi di Rischio Esistente	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	Data Ultimo Aggiornamento		03	04
SGS Certificato Esistente	<input type="radio"/> SI <input checked="" type="radio"/> NO				
METODOLOGIA VALUTAZIONE DEL RISCHIO					
Tecniche Hazard Identification	<input checked="" type="checkbox"/> Check List <input type="checkbox"/> Job Safety <input type="checkbox"/> HAZOP <input type="checkbox"/> FTA <input type="checkbox"/> What If <input type="checkbox"/> FMEA <input type="checkbox"/> Altro				
Metodiche di calcolo del rischio					
ED (Entità del Danno)	<input checked="" type="radio"/> Stima Soggettiva	<input type="radio"/> Statistica Dati Secondo il Worst Credible Case			
FC (Fattore di Contatto)	<input checked="" type="radio"/> Stima Soggettiva	<input type="radio"/> Valutazione Condivisa			
P (Probabilità di Accadimento)	<input checked="" type="radio"/> Stima Soggettiva	<input type="radio"/> Livello Frequenza Attesa di Accadimento			
La Valutazione del Rischio comprende:					
1. Soluzioni di eliminazione/gestione rischio residuo	<input checked="" type="radio"/> NO <input type="radio"/> SI				
2. La caratterizzazione dei modelli espositivi dei lavoratori	<input checked="" type="radio"/> NO <input type="radio"/> SI	Date riunioni periodiche ultimo anno <input type="text"/> CF <input type="text"/> LF			
ASPETTI SPECIFICI DELLA V.R. RELATIVI ALL'EVENTO INFORTUNISTICO					
Lavoro di Propria Competenza	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	Da Quanto Tempo lo Svolgeva		<selezionare>	
Infortunato Formato/Informato A.R.	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	CF		LF	
Eventuale riunione periodica in cui si è trattato l'argomento afferente alla dinamica inf.	<input type="radio"/> SI <input checked="" type="radio"/> NO				
Previsti Indum. di Lavoro Speciali	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	<inserire>			
Organizzazione sostituzioni	<input type="radio"/> Periodica (sett.) <input checked="" type="radio"/> Su richiesta del lavoratore				
Previsti e Forniti DPI	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO				
Organizzazione sostituzioni	<input type="radio"/> Periodica (sett.) <input checked="" type="radio"/> Su richiesta del lavoratore				
Nuovo		Leggi dati		Salva dati	
				Precedente	
				Successivo	

VALUTAZIONE SOGGETTIVA

Fig.7 esempio di associazione automatica tra cause indirette di I e II livello

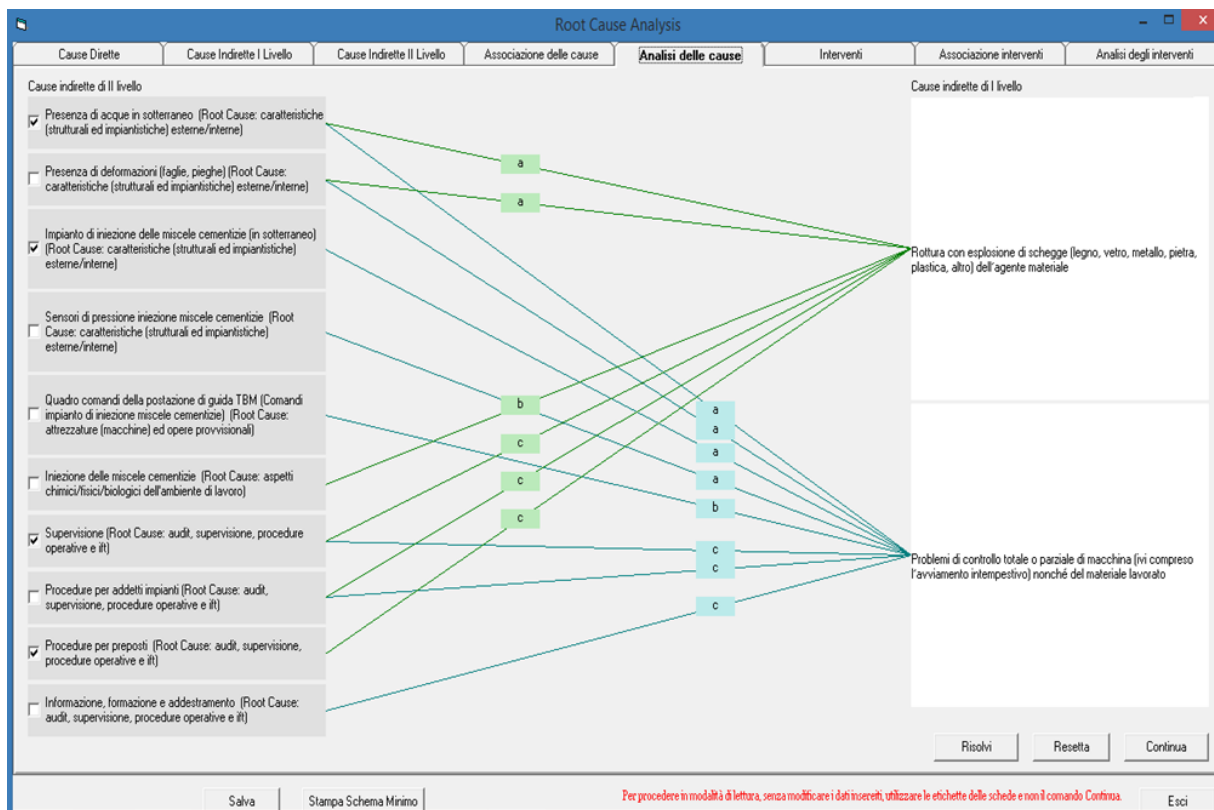
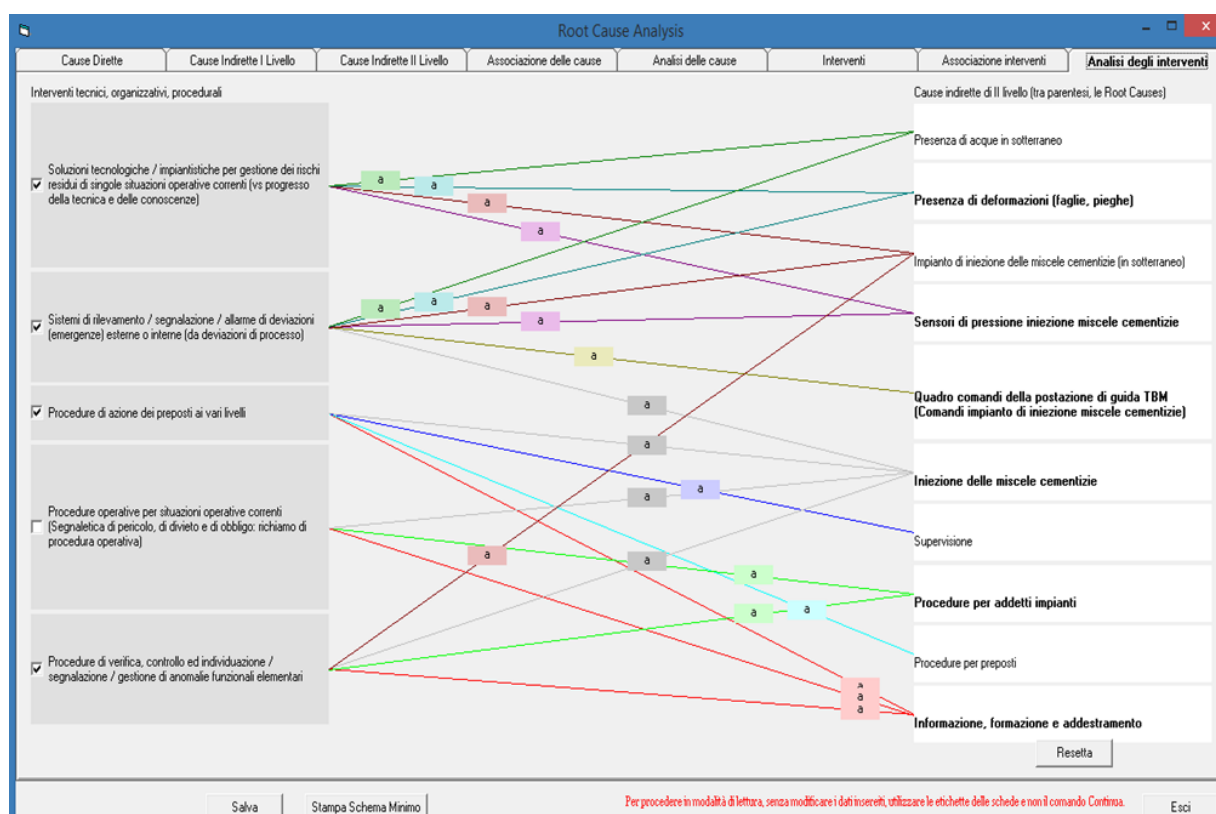


Fig.8 esempio di associazione fra le tipologie di interventi di prevenzione e le cause indirette di II livello



INFORTUNIO # 1

SETTORE ATTIVITÀ: F43 Costruzioni – specializzate
CONSEGUENZE à Non mortale > 30 giorni persi

NOTE: operazione effettuata con una PLE a noleggio



Crollo grondaia



Risultato del crollo della PLE

La PLE ha perso la stabilità a causa di una operazione errata che ha portato al superamento della massima forza manuale laterale. La base della PLE – posizionata senza aver effettuato un'analisi preliminare – è scivolata su ciottoli e si è bloccata contro il muro dell'edificio. Una progressiva deformazione della colonna sulla recinzione di mattoni opposta ha ridotto la velocità di caduta della piattaforma. L'operatore è sopravvissuto aggrappandosi ad un albero di arance.

Catena delle cause infortunio		Possibili azioni correttive	
1	Lesioni all'operatore	Uso corretto della cintura di sicurezza	IX
2	Traiettoria di caduta della piattaforma	n.a.	VI II
PLE perde stabilità e inizia la caduta, stabilizzatori bloccati contro un muro, inizio deformazione della struttura		n.a.	VI I
4	Guasto improvviso element grondaia	Vedi I & RM	VI
5	Incorrect operator behavior, involving lateral forces exceeding the machine stability limits	Monitoraggio efficacia corsi di formazione (ex Italian OS&H law DLgs 81/08 art.73,c.5)	V
RM	Carente gestione del rischio	Come risultato di II, III & IV	RM
6	Segnaletica di bordo incompleta – manual non chiaro ed esaustivo	Attenta valutazione del posizionamento degli stabilizzatori della macchina rispetto alle caratteristiche della pavimentazione	IV
7	Organizzazione improvvisata degli stabilizzatori: nessun secondo operatore, nessuna supervisione	Definizione responsabilità e supervisione	III
8	Procedure di lavoro errate – posizionamento non corretto della PLE	Revisione della sicurezza della PLE (è in discussione un'eventuale marcatura CE errata)	II
9	Identificazione non esaustiva dei pericoli che comporta una scorretta valutazione dei rischi (PR > 1)	Anche se non richiesto ufficialmente dalla legge italiana in materia di SSL, è ovviamente necessaria un'analisi dei rischi e una gestione dei cantieri che coinvolga l'utilizzo delle PLE	I

INFORTUNIO # 2

SETTORE ATTIVITÀ: C24.10- produzione acciaio
CONSEGUENZE à Mortale – ustioni

NOTE:

la velocità del carropon-
te è stata aumentata da 3.5 m/s a 5.2 m/s.
Nessuna IFT aggiornata dell'operatore



Area di fuoriuscita dalla siviera inclinata



Effetti dell'ondata di calore

In una acciaieria è stata introdotta una modifica per migliorare le prestazioni di un carropon-
te usato per movimentare delle siviere da 160t.
L'IFT del gruista non è stata aggiornata inclu-
dendo le nuove prestazioni della gru. A causa
dell'eccessiva velocità di discesa, la siviera ha
interferito con un ostacolo, si è rovesciata e ha
versato circa 100 tonnellate di acciaio fuso; La
conseguente onda termica e l'esplosione di
gocce d'acciaio hanno provocato conseguenza
impressionanti e ustioni mortali ad un lavora-
tore che operava in quell'area.

	Catena delle cause di infortunio	Possibili azioni correttive	
1	Ustioni fatali	n.a.	IX
2	Vittima raggiunta da onda termica di circa 100 t di acciaio fuoriuscito	n.a.	VIII
3	Inclinazione della siviera e fuoriuscita acciaio fuso	n.a.	VII
4	Velocità eccessiva nella movimentazione siviera	n.a.	VI
5	Modifica dei parametri di funziona- mento del carropon- te mobile. Procedure/organizzazione del lavoro. IFT operatori	Vedi III	V
RM	Carente gestione del rischio	Come risultato di II, III & IV	RM
6	Assenza di prove sull'impianto dopo le modifiche	Revisione conformità impianto modificato in relazione alle norme di sicurezza	IV
7	Assenza di supervisione e di IFT	Supervisione e IFT anche per gruisti occasionali	III
8	Operazione non analizzata dopo le modifiche. Assenza di comunicazione tra operatori.	Tecnologie aggiornate per prestazioni superiori e più sicure della gru e per movimentazione siviere. Test di performance e di sicurezza sull'impianto	II
9	Nessuna revisione della valutazione e gestione dei rischi dopo la modifica dei parametri di movimentazione del carropon- te.	Valutazione e gestione dei rischi applicati ad una proposta di modifica dell'impianto	I

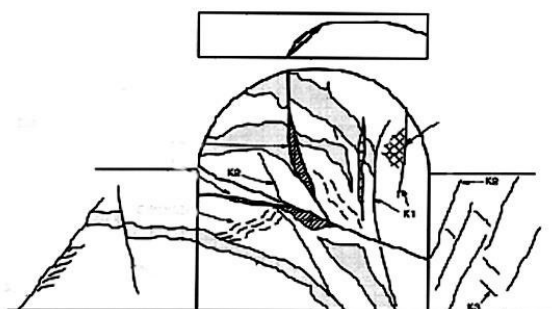
INFORTUNIO # 3

SETTORE ATTIVITÀ: F42-13 Ingegneria Civile
CONSEGUENZE à Mortale – schiacciamento

NOTE: operazioni contemporanee incompatibili



Area infortunio



Sistema di frattura della roccia nell'area dell'infortunio

L'operatore stava rimuovendo i detriti alla base del lato destro del fronte di scavo, e pulendo i sollevatori con C.A. il Jumbo stava ancora eseguendo gli ultimi fori del giro sul lato sinistro del fronte. Una roccia di 1 m2 (D) è caduta dalla parte superiore destra del fronte e lo ha colpito.

Catena delle cause infortunio

Possibili azioni correttive

1	Lesioni intratoraciche	n.a.	IX
2	Colpito da caduta di oggetti	n.a.	VIII
3	Roccia caduta dal fronte del tunnel	Vedere II	VII
4	Instabilità generale del fronte	Ispezioni sistematiche delle caratteristiche geologiche del fronte	VI
5	Interferenza di volume funzionali. Audit, supervisione, procedure operative & IFT.	IFT (responsabile compreso!)	V
RM	Carente gestione del rischio	Come risultato di III & IV	RM
6	Nessun rinforzo del fronte di scavo per migliorare la stabilità locale	Analisi volumi funzionali e pianificazione del lavoro	IV
7	Organizzazione del lavoro e ispezione carenti	Organizzazione e supervisione	III
8	Procedure non corrette, persona al lavoro in prossimità della macchina perforatrice	Adozione di tecniche per rinforzare il fronte	II
9	Scarsa valutazione e gestione del rischio (trascurata la variabilità locale della roccia)	Identificazione dei pericoli, con particolare riferimento alle condizioni geologiche e al rischio di interferenze	I

RISULTATI

ESEMPI CASI DI SPECIE (Tratti da analisi di eventi sviluppate a fini di Giustizia)

DISCUSSIONE

VANTAGGI E LIMITI

Come dimostrato tramite applicazioni su case histories reali, la tecnica computer assistita costituisce un valido aiuto per l'analista, in quanto riduce la possibilità di errori dovuti a giudizi soggettivi o valutazioni affrettate, e garantisce esaustività sia nell'analisi degli eventi infortunistici sia nell'identificazione delle misure di prevenzione proposte ed atte ad impedire il verificarsi degli stessi eventi, pur consentendo comunque all'analista stesso piena autonomia decisionale. Consente grande flessibilità (a parte per alcuni dati di input necessari per eseguire la subroutine delle cause di primo livello) nella compilazione delle informazioni da registrare nelle varie schede. L'approccio proposto può costituire un utile riferi-

mento per i tecnici ispettori e più in generale per gli analisti per accertamenti approfonditi sulle cause e dinamiche di infortunio.

CCCP può infatti anzitutto risultare utile per la raccolta strutturata di informazioni su ciascun evento, per la valutazione della qualità delle documentazioni di sicurezza aziendali, oltre che per la definizione della catena di venti causali, anche in termini di accertamento dei profili di responsabilità, e di identificazione di efficaci prescrizioni a fini di prevenzione. Inoltre, via via che l'utilizzo del modello trova diffusione, l'accrescimento del numero dei casi immagazzinati può risultare prezioso come riferimento per analisi successive di casi assimilabili.

CCCP infine risulta particolarmente prezioso nelle situazioni in cui la massa reperibile di dati sugli infortuni occorsi nei database nazionali ed internazionali è limitata. In particolare per lo studio della sicurezza in operazioni speciali caratterizzate da un numero limitato di addetti, in quanto può essere efficacemente utilizzato in audit interni anche per la analisi dei Near Misses.

EVOLUZIONE FUTURA

L'approccio si evolverà per contesti lavorativi specifici, come per lo scavo meccanico a piena sezione di gallerie, in quanto le loro caratteristiche peculiari rendono necessario un maggior dettaglio per tenere conto degli aspetti tecnologici specifici: a tal fine è in corso l'implementazione delle liste delle cause indirette di secondo livello rispetto alla classificazione proposta, di valenza generale.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. Comberti L., Demichela M., Baldissoni G.: A combined approach for the analysis of large occupational accident databases to support accident-prevention decision making, *Safety Science*. - ISSN 0925-7535. 106 (2018), 191-202.
2. Luzzi R., Passannanti S., Patrucco M.: Advanced technique for the in-depth analysis of occupational accidents, *Chemical Engineering Transactions*. - ISSN 2283-9216. - elettronico. - 43 (2015), pp. 1219-1224.
3. Borchellini R., De Cillis E., Fargione P., Maida L., Nebbia R., Patrucco M.: The possible contribution of a well-tested Occupational Risk Assessment and Management technique to counter the recent unexpected rise in the work-related accidents, *SHO 2018- International Symposium on Occupational Safety and Hygiene*, Guimarães, Portugal, 90-92.
4. Heinrich H. W., 1931, *Industrial accident prevention*, McGrawHill, New York, USA.
5. Reason J., 2000, *Human error: models and management*, BMJ, vol. 320, 768-770.
6. Patrucco M.: *Sicurezza ed ambiente di lavoro - vol 1*, dicembre 1997, ed Trauben., Torino, ISBN 88-87013-12-8 (1° stesura Politeko, Torino, giugno 1996).
7. Manuele F. A., *Dislodging two myths from the practice of safety*, *Professional Safety*, October 2011, 52-61.
8. Center for Chemical Process Safety (2008). *Guidelines for Hazard Evaluation Procedures 3rd Edition*, ISBN: 978-0- 471-97815-2.
9. Faina L., Patrucco M., Savoca D., 1997, *Guidelines for risk assessment in Italian mines*, Doc. 5619/96 EN (1996), 47-71 and 5619/96 EN (1997), 46-71, S.H.C.M.U.E.I., Luxembourg

10. Borchellini R., De Cillis E., Maida L., Patrucco M., Pira E.: Occupational S&H in the case of large public facilities: a specially designed and well-tested approach. *Chemical Engineering Transactions* 2015, 43, 2155-2160.
11. Pellegrino V.: *Analisi dei rischi: schede, pensieri, parole*, Convegno ANIM 'Sicurezza e tutela dell'ambiente nell'impiego di macchine operatrici e impianti mobili'. SAMOTER 08, 8 marzo 2008, Verona, Italia.
12. Cigna C., Enrico M., Patrucco M., Scioldo G.: "Criteri di impostazione e realizzazione di un software per la descrizione ed analisi degli eventi infortunistici", Convegno "Prevenzione degli infortuni sul lavoro: tecniche di analisi a confronto", 10 Marzo 2004, Settimo Torinese (TO), Italy, pp. 1-29

NORMATIVE

- European Economic Community (1989) Directive 89/391/ECC on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work. Luxembourg.
- European Parliament and Council (2006). Directive 2006/42/CE on machinery, and amending Directive 95/16/EC (recast). Strasbourg.

SITOGRAFIA

- OSHA, Accident Investigation Search and Reports – <http://www.osha.gov/pls/imis/accidentsearch.html>.
- ESAW, <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5926181/KS-RA-12-102-EN.PDF>.
- INAIL, http://www.inail.it/internet_web/appmanager/internet/home.
- NIOSH, <http://www.cdc.gov/niosh/topics/ptd/>.
- OHSAS, <http://www.oshas-18001-occupational-health-and-safety.com/index.htm>.
- OSHA, <http://www.osha.gov/oshasstats/index.html>.